

201 ✓



**U.R. 2P.I.**

UNITÉ DE RECHERCHE  
SUR LA PRODUCTIVITÉ  
DES PLANTATIONS  
INDUSTRIELLES

Boîte Postale 1291  
POINTE-NOIRE  
République du Congo  
Tél. (242) 94 31 84  
Fax (242) 94 47 95  
e-mail : UR10@calvacom.fr

## PROGRAMME "SYLVICULTURE ET ENVIRONNEMENT"

### ESSAI FRACTIONNEMENT DES DOSES D'ENGRAIS NPK SUR DEUXIÈME ROTATION DE TAILLIS D'EUCALYPTUS (Terrains plats)

Âge du taillis 37 et 49 mois

**CIRAD-Dist**  
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE  
Baillarguet

**Safou-Matondo Rosalie  
Bouillet Jean-Pierre**

Décembre 1999

**ECO S. A.**

**CONGO**

**CIRAD**

Association régie par la loi du 1er juillet 1901

## ESSAI FRACTIONNEMENT DES DOSES D'ENGRAIS NPK SUR DEUXIÈME ROTATION DE TAILLIS D'EUCALYPTUS

**Thème** : Fractionnement des doses d'engrais sur deuxième rotation de taillis.

**Objectif de l'essai** :

Définir, pour l'engrais NPK, la dose et la répartition dans le temps les plus rentables en termes de production sur des taillis d'*Eucalyptus* de deuxième rotation.

**Localisation** :

L'essai est installé sur des parcelles du massif d'ECO sa. Les parcelles retenues sont sur des terrains plats et localisées dans les stations de Kissoko et Luvuiti : **K83-01, K83-03, L83-06, L83-12 et L83-17.**

**Matériel végétal** :

Des clones issus des deux hybrides *Eucalyptus PF1* et *E. 12ABL\* saligna* ont été choisis. Les peuplements plantés en 1983 sont à leur deuxième rotation de taillis. Les caractéristiques des parcelles retenues sont données au tableau 1.

Tableau 1 : Caractéristiques des parcelles retenues.

Parcelles	Bloc	Bandes	Clones testés dans l'essai	Date d'exploitation du taillis
K83-01	K1	monoclonale	1-41	7/95
K83-03	K3	A	1-26	7/7/95
L83-06	L6	C	1-41	11/6/95
L83-12	L12	monoclonale	1-48	16/6/95
L83-17	L17	H	L2-73	11/6/95

**Méthodes**

**Doses d'engrais par traitement et par année**

Le fractionnement des doses pour chaque traitement apparaît au tableau 2.

Tableau 2 : Traitements et doses d'engrais apportées par période

Traitements	Doses d'engrais NPK 13.13.21 apportées (kg/ha)				Dose totale pour la rotation (kg/ha)
	à 17 mois (déc. 1996)	à 29 mois (déc. 1997)	à 41 mois (déc. 1998)	à 65 mois (déc. 2000)	
T1	0	0	0	0	0
T2	200	0	0	0	200
T3	400	0	0	0	400
T4	200	0	200	0	400
T5	200	0	200	200	600
T6	200	200	0	200	600
T7	300	0	300	0	600
T8	300	0	300	300	900

**Mode d'application de l'engrais**

L'engrais a été épandu à la volée.

**Dispositif expérimental**

Le dispositif est en blocs complètement randomisés de 8 traitements chacun.

Chaque parcelle retenue contient un bloc.

Les placettes expérimentales sont de 14 x 14 arbres, sauf dans la parcelle L83-17 (7 x 28 arbres).

La parcelle utile est de 8 x 8 arbres, soit au total 64 arbres (pour la parcelle L83-17 le total est de 3 x 22, soit 66 arbres). Chacune d'elle est entourée de trois lignes de bordure sauf la parcelle L83-17 dont la bordure est formée de deux lignes latérales et de trois lignes à chaque extrémité.

Ecartement initial : 5 m x 3 m.

Date de mise en place de l'essai : 5 au 11/12/1996.

La surface de chaque bloc varie d'une parcelle à une autre, compte tenu des irrégularités des densités de plantation (cf tableau 3).

Tableau 3 : surface de chaque bloc de l'essai

Parcelles	Bloc	surface (ha)
K83-01	K1	2.34
K83-03	K3	2.58
L83-06	L6	2.44
L83-12	L12	2.48
L83-17	L17	2.50

La surface totale de l'essai est de 12.34 ha.

**Analyses statistiques**

Les mensurations réalisées avant la mise en place de l'essai ont servi de covariable pour l'analyse des croissances observées ultérieurement. Les croissances indiquées sont donc des valeurs

corrigées par cette analyse. L'analyse d'un apport donné (par exemple 200-0 vs 200-200 kg/ha) reposera sur une analyse de contraste, la valeur de la variable avant l'application de cette fertilisation servant de covariable. L'analyse statistique est faite sur le logiciel SAS en utilisant la procédure General Linear Models (Proc GLM).

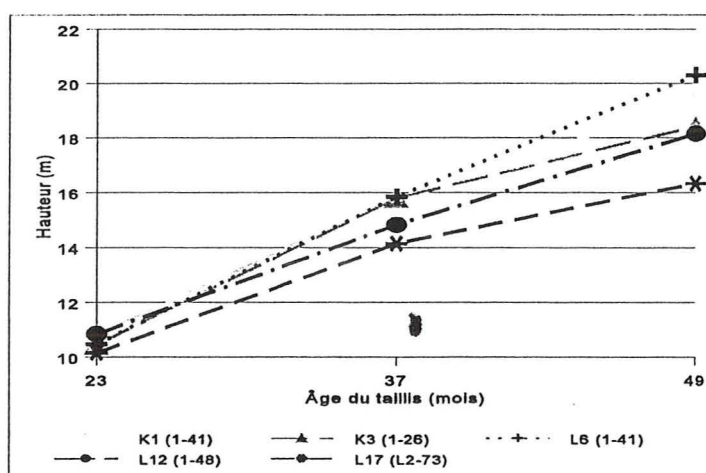
## Résultats

### **\*Hauteur**

L'effet des différents apports d'engrais NPK agit plus sur le clone 1-41 que sur les autres clones (fig. 1), le clone L2-73 ayant la plus mauvaise croissance. Il faut remarquer que cette parcelle a été particulièrement mal entretenue avant la mise en place de cet essai.

Au-delà de 3 ans, on note une meilleure croissance en hauteur du clone 1-41 de la station de Luvuiti par rapport à celui de la station de Kissoko. Ce phénomène doit être mis en relation avec le fait que la station de Luvuiti est considérée comme plus riche que celle de Kissoko.

Fig 1 : Évolution de la croissance en hauteur des différents clones (moyenne sur l'ensemble des traitements fertilisés).



### À 37 mois

Huit mois après le deuxième apport d'engrais, l'analyse de covariance montre qu'il existe un effet bloc et un effet traitement. Par contre, la covariable 'H96' n'a pas un effet significatif.

L'effet bloc est à rapprocher des croissances différentes entre clones précédemment relevées (effet blocs et clones confondus).

Le témoin est statistiquement différent des traitements fertilisés, hormis T6 (200-200 kg/ha). Il est à noter que la différence de croissance continue à s'amplifier entre le témoin et l'ensemble des traitements fertilisés : +0,7 m à 37 mois à comparer à +0,4 m à 23 mois.

Le contraste 200-200 kg/ha (respectivement 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> apport) vs 200-0 kg/ha n'est pas



significatif. Six mois après son application, le second apport d'engrais n'a pas encore d'impact significatif sur la hauteur.

	0 T1	200-200 T6	200-0 T5	200-0 T2	200-0 T4	300-0 T8	400-0 T3	300-0 T7
H <sub>37</sub> moy (m)	14.59	15.15	15.29	15.30	15.31	15.46	15.51	15.61

### À 49 mois

Les effets bloc et traitement sont significatifs, mais pas celui de la covariable 'H96'.

Le témoin est toujours différent statistiquement de l'ensemble des traitements fertilisés hormis cette fois-ci T4 (200-0-200 kg/ha). Le gain de croissance induit par la fertilisation continue à s'amplifier pour atteindre maintenant en moyenne de + 1 m.

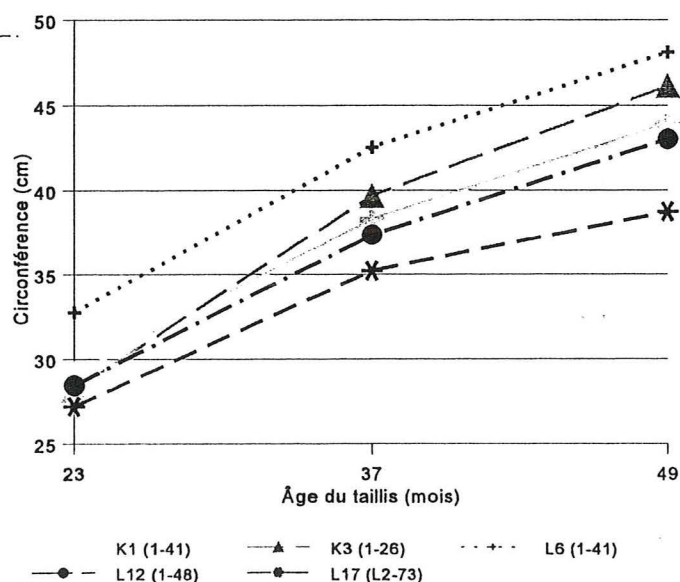
Les contrastes 200-200-0 vs 200-0-0 et 200-0-200 vs 200-0-0 ne sont pas significatifs. L'apport supplémentaire par rapport à un simple apport de 200 kg/ha n'a donc pas d'effet marqué sur la hauteur.

Trait	0 T1	200-0-200 T4	200-0-0 T2	200-200-0 T6	200-0-200 T5	300-0-300 T7	400-0-0 T3	300-0-300 T8
H <sub>49</sub> moy (m)	17.61	18.41	18.45	18.48	18.55	18.79	18.84	18.89

### \* Circonférence

Comme pour la hauteur, la croissance en circonférence est très différente d'un clone à un autre (fig 2). Le clone 1-41 a la meilleure croissance, son comportement reste meilleur dans la station de Luvuti par rapport à la station de Kissoko.

Fig 2 : Évolution de la croissance en circonférence des différents clones (moyenne sur l'ensemble des traitements fertilisés).



### À 37 mois

À 37 mois, il existe un effet bloc, un effet traitement et un effet de la covariable 'C96'.

Comme pour la hauteur l'effet bloc est à rapprocher du comportement différent des clones testés.

Le témoin est différent statistiquement de l'ensemble des traitements fertilisés hormis cette fois-ci T4 (200-0-200 kg/ha). Le gain de croissance en circonférence induit par la fertilisation est en moyenne de + 2.6 cm.

Même si le deuxième apport de 200 kg/ha semble mieux marquer sur la circonférence que sur la hauteur le contraste 200-200 kg/ha (respectivement 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> apport) vs 200-0 kg/ha n'est pas significatif.

	0 T1	200-0 T4	200-0 T5	200-0 T2	200-200 T6	300-0 T7	300-0 T8	400-0 T3
<b>C<sub>37</sub>moy (cm)</b>	36.31	38.07	38.59	38.71	38.89	39.17	39.4	39.75

### À 49 mois

À 49 mois, l'effet bloc, l'effet traitement et l'effet de la covariable 'C96' sont significatifs.

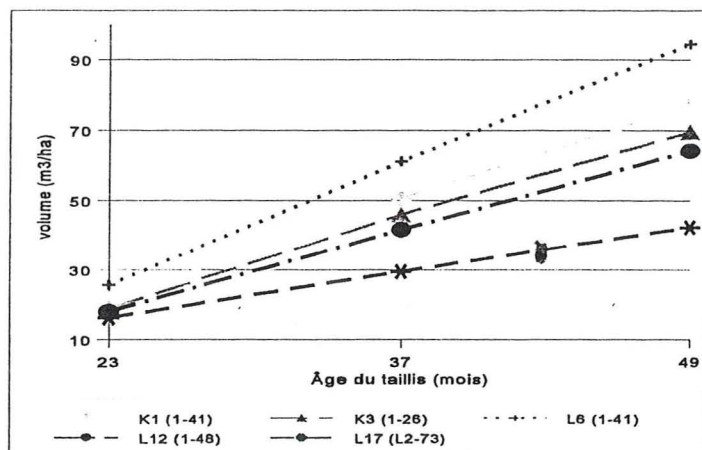
Si les traitements ayant reçu une forte dose d'engrais de départ (T3, T7 et T8) sont statistiquement supérieurs au témoin, celui-ci n'est pas différent des autres traitements fertilisés. Cependant le gain de croissance induit par la fertilisation continue à augmenter légèrement : +2.8 cm. Pour le traitement T2 n'ayant reçu qu'un apport d'engrais, ce gain par contre se stabilise: + 2.4 cm.

	0 T1	200-200-0 T6	200-0-200 T4	200-0-0 T2	200-0-200 T5	400-0-0 T3	300-0-300 T7	300-0-300 T8
<b>Trait</b>								
<b>C<sub>49</sub> moy (cm)</b>	41.58	43.87	43.92	43.99	44.04	44.56	44.7	45.24

### **\* Volume à l'hectare**

Les volumes sont très différents d'un clone à un autre (fig.3) ; on note la même tendance que pour les autres variables. La station de Luvuiti paraît plus riche que celle de Kissoko. À 49 mois, le clone 1-41 présente ainsi à Luvuiti des productions supérieures de 17 m<sup>3</sup>/ha à celles de Kissoko.

**Fig 3 : Volume à l'hectare des taillis en deuxième rotation**



### \* Volume à l'hectare

#### À 37 mois

À 37 mois, il existe un effet bloc, un effet traitement et un effet de la covariable 'V96'.

Le témoin est statistiquement inférieur à cinq des traitements fertilisés. Parmi ceux-ci on peut remarquer que l'apport de 300 kg/ha ou de 400 kg/ha induit des gains par quantité de fertilisant équivalents à +2.7 m³/ha/100 kg de NPK. Sur l'essai le gain est légèrement supérieur à celui observé avec 200 kg/ha : +2.5 m³/ha/100 kg de NPK.

Huit mois après, l'apport d'une dose supplémentaire de NPK (13-13-21) de 200 kg/ha sur les 200 kg/ha apportés l'année précédente a un impact significatif sur le volume total à l'hectare (le contraste 200-200 vs 200-0 kg/ha est significatif). Le gain obtenu par T6 (200 kg/ha pour le 1<sup>er</sup> apport + 200 kg/ha au 2<sup>ème</sup> apport) par rapport à la moyenne des traitements n'ayant reçu que 200 kg/ha au premier apport est de + 3,2 m³/ha..

Par ailleurs, il n'existe pas de différence significative entre l'apport d'une forte dose la première année (300 ou 400 kg/ha) et le fractionnement en deux doses de 200 kg/ha par année. Le classement des traitements se fait de la manière suivante :

	<sup>0</sup> T1	200-0 T4	200-0 T5	200-0 T2	300-0 T7	200-200 T6	300-0 T8	400-0 T3
V <sub>37</sub> (m³/ha)	39.4	43.5	44.5	45.3	46.3	47.6	48.5	50.3



### À 49 mois

À 49 mois, il existe un effet bloc, un effet traitement et un effet de la covariable 'V96'.

L'analyse montre que le témoin n'est pas statistiquement différent des traitements ayant reçu une fertilisation de 200 kg NPK/ha sans complément d'engrais à 30 mois. Cependant, on observe tout de même sur l'essai que ces traitements présentent une production moyenne de + 8.0 m<sup>3</sup>/ha par rapport au témoin non fertilisé, la différence s'étant amplifiée par rapport à 37 mois où le gain n'était que de + 5.1 m<sup>3</sup>/ha.

L'apport de 400 kg/ha de NPK (T3) continue de présenter une production significativement supérieure à celle du témoin. Le gain est passé de + 11.0 m<sup>3</sup>/ha à 37 mois à + 14.0 m<sup>3</sup>/ha à 49 mois. Mais contrairement à 37 mois, l'efficacité (= gain de production / quantité de fertilisant apportée) est inférieure à celle observée avec le seul apport de 200 kg/ha de NPK : + 3.5 vs + 4.4 m<sup>3</sup>/ha/100 kg NPK.

Ce résultat peut s'expliquer par le fait que la comparaison ne prend plus en compte que le seul traitement T2 (au lieu de la moyenne de T2, T4, et T5 à 37 mois). En ne prenant que T2 le gain à 37 mois aurait été de + 2.9 m<sup>3</sup>/ha/100 kg NPK vs + 2.7 m<sup>3</sup>/ha/100 kg NPK pour T8. Cependant il apparaît que, même dans ce cas, l'efficacité tend à augmenter plus vite avec 200 kg qu'avec 400 kg/ha de NPK.

La fertilisation complémentaire de 200 kg/ha à 29 mois a un impact marqué, bien que non significatif. En effet, la production relevée sur T6 est supérieure de 3.2 m<sup>3</sup>/ha à celle notée sur T2. Par contre elle est encore inférieure à celle relevée sur T3 (400 kg/ha), la différence tendant cependant à diminuer entre 37 mois (2.7 m<sup>3</sup>/ha) et 49 mois (2.1 m<sup>3</sup>/ha).

La fertilisation de 200 kg NPK/ha en 3<sup>ème</sup> apport n'a pas d'impact significatif sur la croissance, 8 mois après son application. Sur l'essai la différence entre T2 et la moyenne de T4 et T5 est de 1.2 m<sup>3</sup>/ha à 37 mois et 1.1 m<sup>3</sup>/ha à 49 mois.

L'effet d'un apport de 300 kg de NPK à 41 mois, soit 24 mois après le premier apport, n'a pas d'effet net. Si on compare T7 et T8 par rapport à T3 par exemple - on n'a pas de traitement ayant reçu qu'un seul apport de 300 kg de NPK pour servir de référence - il apparaît qu'en moyenne cet apport supplémentaire a induit un gain de croissance, non significatif, de 1.7 m<sup>3</sup>/ha. Cependant, si pour T7 ce gain est de 3.3 m<sup>3</sup>/ha, il n'est que de 0.1 m<sup>3</sup>/ha pour T8.

	0 T1	200-0-200 T4	200-0-200 T5	200-0-0 T2	300-0-300 T7	200-200-0 T6	400-0-0 T3	300-0-300 T8
V <sub>49</sub> (m <sup>3</sup> /ha)	60.0	67.1	68.0	68.7	70.2	71.9	74.0	75.5



## Conclusion

Un certain nombre de tendances nettes se dégagent de cette expérimentation, qu'on peut penser devoir donner des résultats fiables puisqu'elle prend en compte 3 clones d'*E. PFI* et 1 clone d'*E. HS2* et qu'elle couvre 12.5 ha sur deux stations (Kissoko et Luvuiti). Il est ainsi possible de définir les itinéraires techniques relatifs à la fertilisation des taillis en deuxième rotation.

\* L'impact positif sur la croissance d'une fertilisation NPK apparaît nettement. En effet, les gains obtenus sur le volume total pour l'ensemble des traitements fertilisés par rapport au témoin sont de  $+7.2 \text{ m}^3/\text{ha}$  à 37 mois et de  $+10.8 \text{ m}^3/\text{ha}$  à 49 mois.

\* L'apport de 200 kg NPK/ha, environ 1.5 an après exploitation du taillis précédent, peut-être conseillé à coup sûr car il est celui qui a la plus grande efficacité : à 49 mois,  $+4.4 \text{ m}^3/\text{ha}$  par 100 kg de NPK, pour un gain total de  $8.8 \text{ m}^3/\text{ha}$ .

\* L'apport de 300 ou 400 kg/ha peut aussi s'envisager suivant les disponibilités en engrais, son coût, et le prix de vente du bois à l'exploitation. En effet, cet apport induit un gain de croissance supérieur à 200 kg NPK/ha, mais avec une efficacité moins élevée. À 49 mois, pour une fertilisation de 400 kg NPK/ha :  $+3.5 \text{ m}^3/\text{ha}$  par 100 kg de NPK pour un gain total de  $+14.0 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Cette réponse observée jusqu'à 400 kg NPK/ha diffère de celle obtenue en première rotation de taillis où l'accroissement maximum se situait aux alentours de 250 kg NPK/ha (Vignerot, 1989). Ce résultat est à rapprocher des résultats obtenus sur replantation (Safou et Bouillet, 1999) : les besoins en azote des peuplements augmentent au fur et à mesure des rotations.

\* Par contre, il n'est pas justifié de fractionner l'apport de 400 kg NPK/ha en deux fois, à 1.5 et 2.5 ans. En effet, même si les taillis répondent correctement au deuxième apport de 200 kg NPK/ha ( $+3.3 \text{ m}^3/\text{ha}$  par rapport à un seul apport), il est plus efficace d'apporter les 400 kg/ha en une seule fois. Les coûts supplémentaires entraînés par le deuxième épandage sont ainsi évités et la production du peuplement est supérieure.

\* Un apport tardif à 3.5 ans de 200 et 300 kg NPK/ha ne semble pas devoir être rentable, la réponse à cette fertilisation s'avérant trop faible. Ce résultat est cohérent avec la dynamique d'incorporation des éléments minéraux dans les plantations observés par Laclau *et al* (1998) : l'essentiel des besoins en N et K se situent pendant la phase de croissance juvénile. De plus le temps réduit séparant cet apport à la récolte (2.5-3 ans) limiterait *de facto* le volume supplémentaire pouvant être obtenu.

**Bibliographie**

**Laclau JP, Nzila JD et Bouillet JP, 1998.** The dynamics of nutrients in a plantation of *Eucalyptus* in Congo. Communication présentée au 16<sup>e</sup> Congrès Mondial de Science du Sol, Montpellier, 20-26/08/1998, 7p.

**Safou-Matondo R et Bouillet JP, 1999.** Essai fractionnement des doses d'engrais sur replantation (factoriel doses/dates d'apport de l'engrais NPK), mensurations à 18 mois. Note interne UR2PI, 7p.

**Vignerón P, 1989.** Essai fertilisation sur taillis d'*Eucalyptus PFI*. Résultats un an après l'apport d'engrais. Note interne CTFT-Congo, 9p.

**CIRAD-Dist**  
UNITÉ BIBLIOTHÈQUE  
Baillarguet